

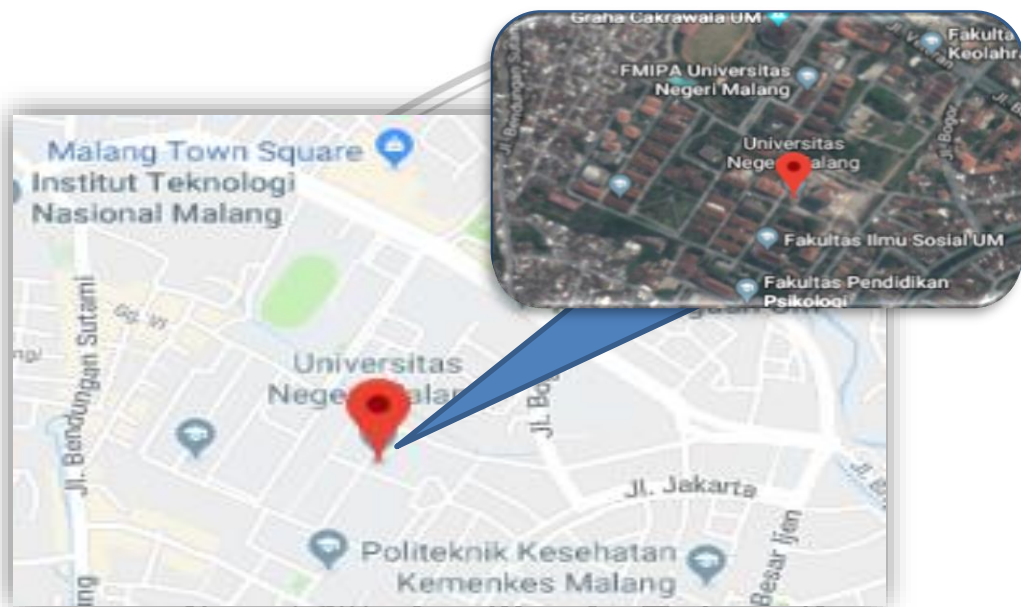
## BAB III

### METODE PERENCANAAN

#### 3.1 Data Umum

##### 3.1.1 Lokasi Proyek

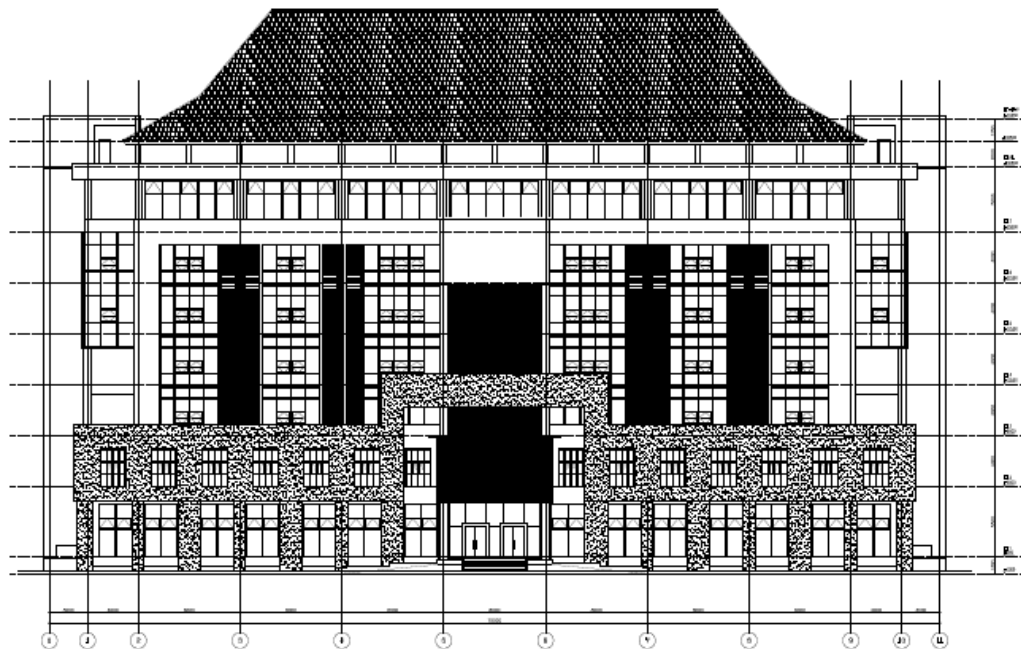
Lokasi proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan ini terletak di kompleks Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang no. 5 Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur.



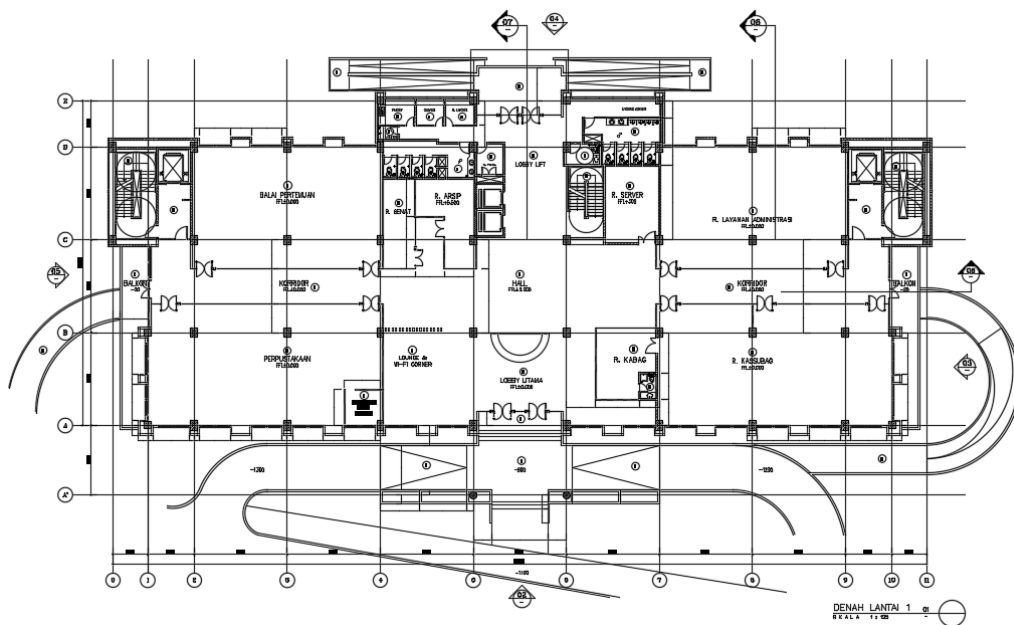
**Gambar 3.1** Lokasi proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang (Sumber: PT. Brantas Abipraya)

##### 3.1.2 Gambar Bangunan

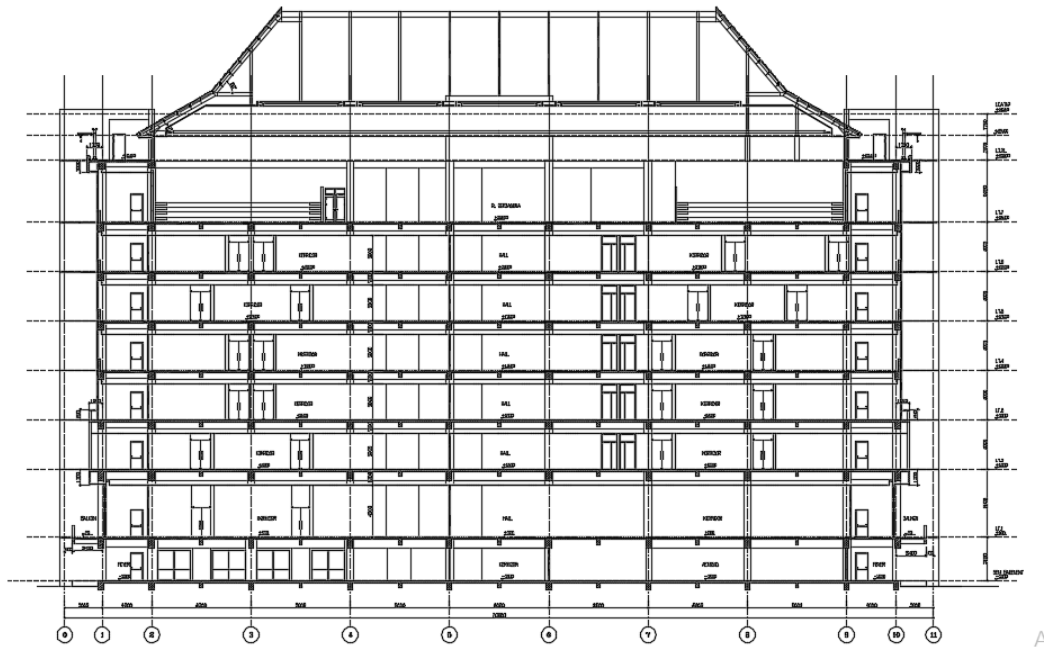
Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang ini terdiri dari 7 lantai dan 1 *semi-basement*. Berikut ini merupakan beberapa gambar tampak depan, denah, potongan, portal serta visualisasi 3D dari Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang.



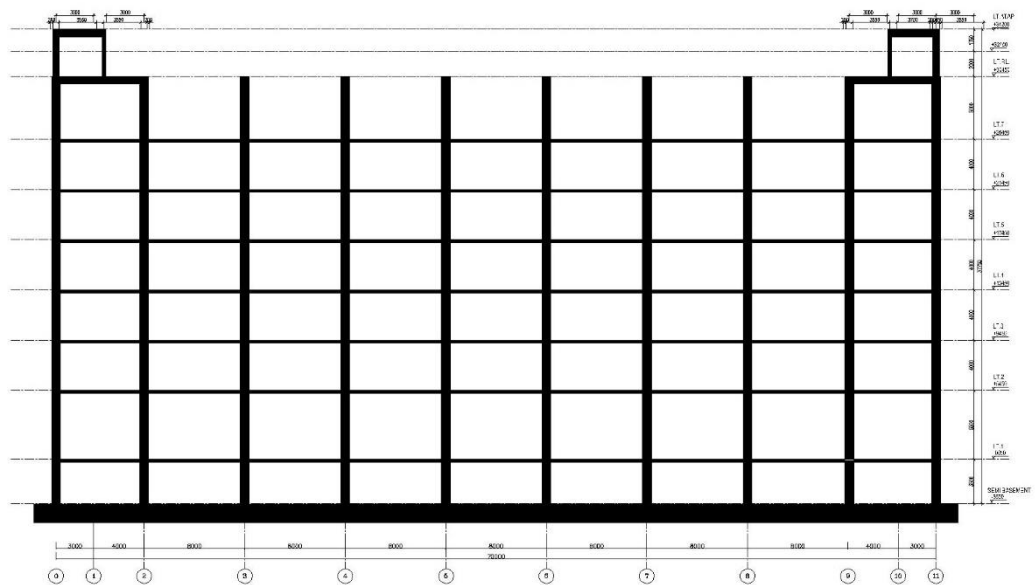
**Gambar 3.2** Tampak depan Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang



**Gambar 3.3** Denah basement Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang



**Gambar 3.4** Potongan umum Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang



**Gambar 3.5** Portal Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang



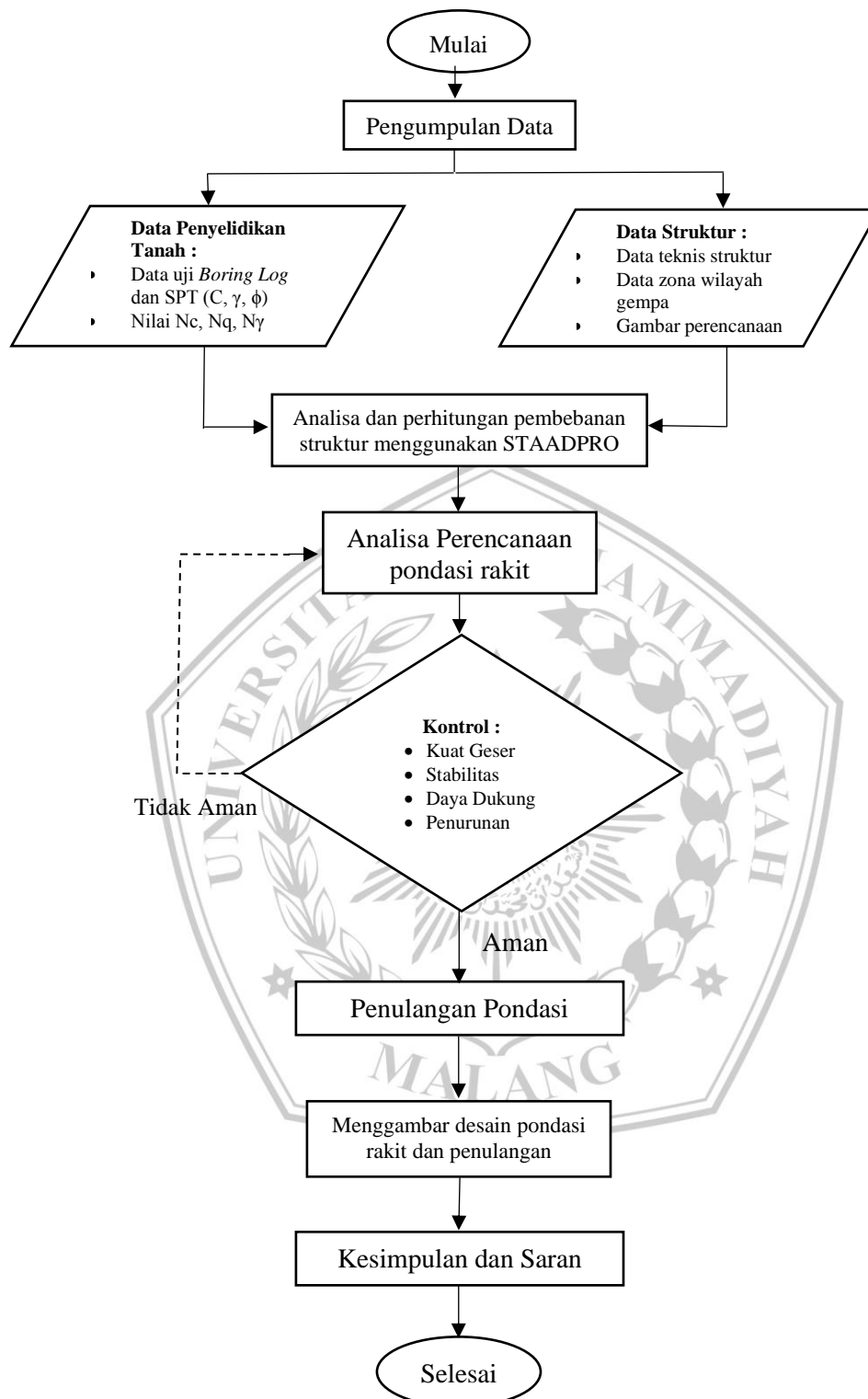
**Gambar 3.6** Visualisasi depan Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang



**Gambar 3.7** Visualisasi samping Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang

### **3.2 Tahapan Perencanaan**

Tahapan perencanaan pondasi rakit pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang ini diringkas dalam diagram alir perencanaan pada Gambar 3.8. Diagram alir dibawah ini merupakan tahapan-tahapan yang diambil dalam perencanaan struktur pondasi rakit Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang untuk mendukung proses perencanaan yang direncanakan sehingga proses perencanaan dapat berjalan secara terstruktur.



**Gambar 3.8** Diagram Alir Perencanaan

### 3.2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari berbagai literatur seperti buku, jurnal serta konsultasi dengan pihak-pihak yang terlibat dalam perencanaan proyek tersebut. Pengumpulan data mencakup data keseluruhan yang digunakan untuk perencanaan seperti data tanah, data struktur serta data gambar perencanaan. Berikut ini merupakan data-data yang diperoleh dan digunakan dalam perencanaan tugas akhir ini.

#### 3.2.1.1 Data Teknis Struktur

Pengumpulan data perencanaan proyek diperlukan sebagai bahan penyusunan dan pengerjaan dalam tugas akhir ini. Data perencanaan proyek ini diperoleh dari PT. Brantas Abipraya (Persero) selaku kontraktor pelaksana proyek. Data umum serta data teknis pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan ini disajikan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.1** Data Umum Proyek Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan UM

<b>Nama Proyek</b>	Pekerjaan Belanja Modal Gedung dan Bangunan Berupa Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Malang
<b>Lokasi Proyek</b>	Jl. Semarang No 5. Sumbersari Kec. Lowokwaru Kota Malang
<b>Pemberi Kerja</b>	Universitas Negeri Malang
<b>Kontraktor Pelaksana</b>	PT. Brantas Abipraya (Persero)
<b>Konsultas Pengawas</b>	PT. Cakra Manggilingan Jaya

Sumber: Data Proyek PT. Brantas Abipraya

**Tabel 3.2** Data Teknis Proyek Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan UM

<b>Luas Lahan</b>	$\pm 3000 \text{ m}^2$
<b>Luas Bangunan</b>	$\pm 16.380 \text{ m}^2$
<b>Jumlah Lantai</b>	8 lantai (termasuk semi-basement)
<b>Mutu Beton</b>	K-350 (Plat, Kolom, Balok, Tangga)
<b>Mutu Tulangan</b>	d <10 mm BJTP-24 Master Steel D>10 mm BJTP-40 Master Steel



**Tabel 3.2** Lanjutan

<b>Sistem Penahan Gempa</b>	Struktur Rangka Penahan Momen Khusus (SRPMK)
<b>Klasifikasi Tanah</b>	Tanah Lunak (SE)

Sumber: Data Proyek PT. Brantas Abipraya

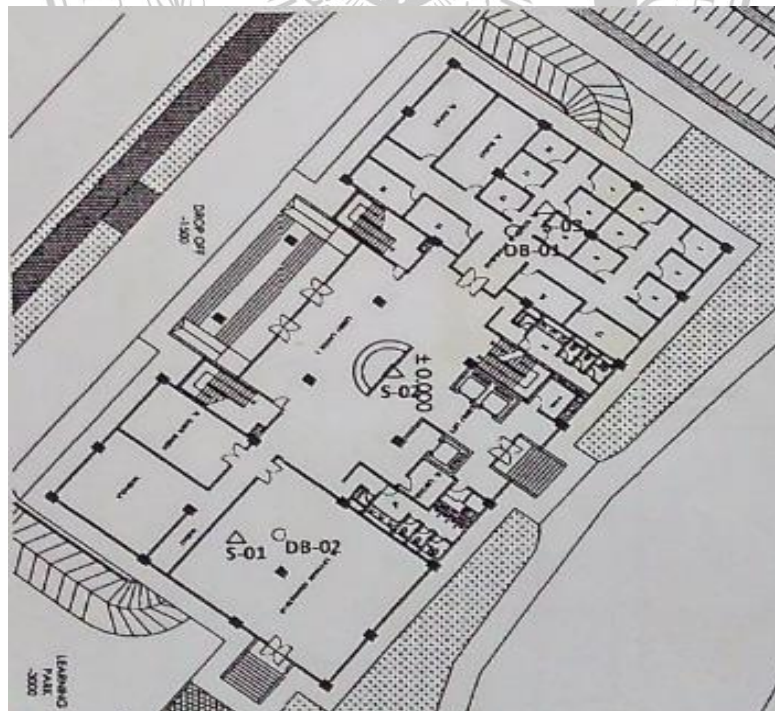
**Tabel 3.3** Fungsi Bangunan Setiap Lantai

<b>Lantai Semi-Basement</b>	Ruang Laboratorium dan GYM
<b>Lantai 1</b>	Ruang Kerja, Ruang Pertemuan dan Perpustakaan
<b>Lantai 2 – Lantai 5</b>	Ruang Perkuliahan
<b>Lantai 6</b>	Laboratorium
<b>Lantai 7</b>	Ruang Serbaguna

Sumber: Data Proyek PT. Brantas Abipraya

### 3.2.1.2 Data Tanah Proyek

Pada area proyek pembangunan gedung kuliah Fakultas Ilmu Keolahragaan ini telah dilakukan 2 (dua) buah titik bor dalam yang dilakukan oleh PT. Cakra Manggilingan Jaya, dengan denah sebagai berikut:



**Gambar 3.9** Lokasi titik pengeboran  
Elevasi pemboran yang dilakukan adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.4** Kedalaman Titik Bor dan CPT

Titik Bor	Kedalaman (m)	Pelaksana	Keterangan
BH.1	40,00	CMJ	GWL. – 6,30 m
BH.2	34,00	CMJ	GWL. -5,00 m

Sumber: Data Proyek PT. Brantas Abipraya

**Tabel 3.5** Data SPT DB-01

Kedalaman (m)	Deskripsi	N SPT	di (m)	di/Ni
0,00 – 10,50	Pasir kelanauan dengan kerikil, berwarna coklat	80	10,50	0,13
10,50 – 15,00	Pasir kelanauan dengan kerikil, berwarna hitam	8	4,50	0,56
15,00 – 19,50	Pasir kelanauan sedikit kerikil, berwarna hitam	40	4,50	0,11
19,50 – 21,00	Lanau, lempung, pasir, berwarna hitam	14	1,50	0,11
21,00 – 22,50	Lanau, pasir, kerikil, berwarna hitam	16	1,50	0,09
22,50 – 27,00	Pasir, kelanauan, padat, berwarna hitam	51	4,50	0,09
27,00 – 31,00	Batu Pasir, berwarna coklat	80	4,00	0,05
31,00 – 34,00	Pasir, kerikil, lanau, berwarna coklat	80	3,00	0,04
34,00 – 37,50	Batu pasir, berwarna hitam	60	3,50	0,58
37,50 – 40,00	Lanau, pasir, kerikil padat, berwarna hitam	53	2,50	0,05
		Σ	40	1,81

Sumber: Data Proyek dan Perhitungan

**Tabel 3.6** Data SPT DB-02

Kedalaman (m)	Deskripsi	N SPT	di (m)	di/Ni
0,00 – 3,00	Lanau kepasiran, berwarna coklat hitam	5	3,00	0,60
3,00 – 5,00	Lanau kepasiran, berwarna coklat	7	2,00	0,29
5,00 – 6,00	Pasir kelanauan, padat, berwarna hitam	18	1,00	0,06
6,00 – 10,00	Pasir kelanauan dengan kerikil, berwarna coklat	55	4,00	0,07



**Tabel 3.6** Lanjutan

<b>10,00 – 13,00</b>	Lanau, lempung, pasir dengan kerikil, berwarna hitam	12	3,00	0,25
<b>13,00 – 15,00</b>	Pasir kelanauan dengan kerikil berwarna hitam	18	2,00	0,11
<b>15,00 – 18,50</b>	Pasir kelanauan dengan kerikil berwarna abu-abu	53	3,50	0,07
<b>18,50 – 21,00</b>	Lanau, pasir, lempung, berwarna hitam	10	2,50	0,25
<b>21,00 – 27,00</b>	Pasir kelanauan dengan kerikil berwarna hitam	45	6,00	0,13
<b>27,00 – 35,00</b>	Pasir kelanauan, padat, berwarna hitam	80	8,00	0,10
		$\Sigma$	35	1,93

Sumber: Data Proyek dan Perhitungan

Perkiraan profil tanah untuk pondasi gedung berlantai 7 serta semi-basemen, dengan melihat borlog yang sudah ada menunjukkan profil tanah yang konsisten. Dari hasil plotting parameter yang dilakukan di atas, pelapisan tanah yang digunakan dalam analisis dapat ditabelkan seperti berikut ini:

**Tabel 3.7** Resume Parameter Desain Tanah Berdasarkan DB-01 dan DB-02

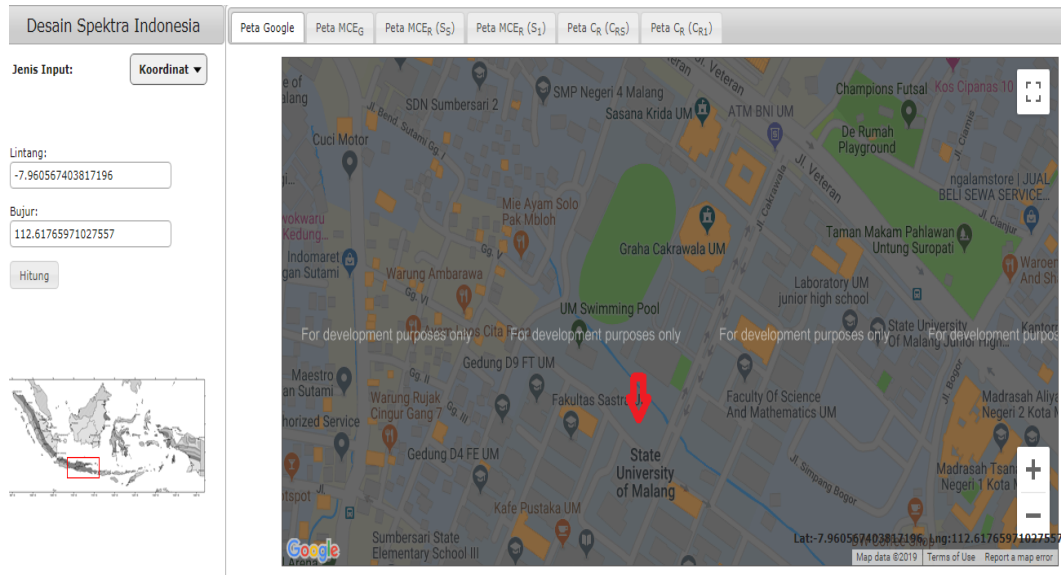
Elevasi (m)			Deskripsi Tanah	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	Undrained		Drained	
					Su kN/m <sup>2</sup>	$\phi^0$	C kN/m <sup>2</sup>	
0,0	-	-4,0	MH, Sandy Silty Medium Stiff	16	30	-	-	-
-4,0	-	-22,0	MH, Sandy Silt Very Stiff	16	140	-	-	-
-22,0	-	-40,0	SM, Cemented Silty Sand	18	-	23	-	-

Catatan: muka air tanah desain berada pada elevasi -6.00 dibawah tanah eksisting

### 3.2.1.3 Data Zona Wilayah Gempa

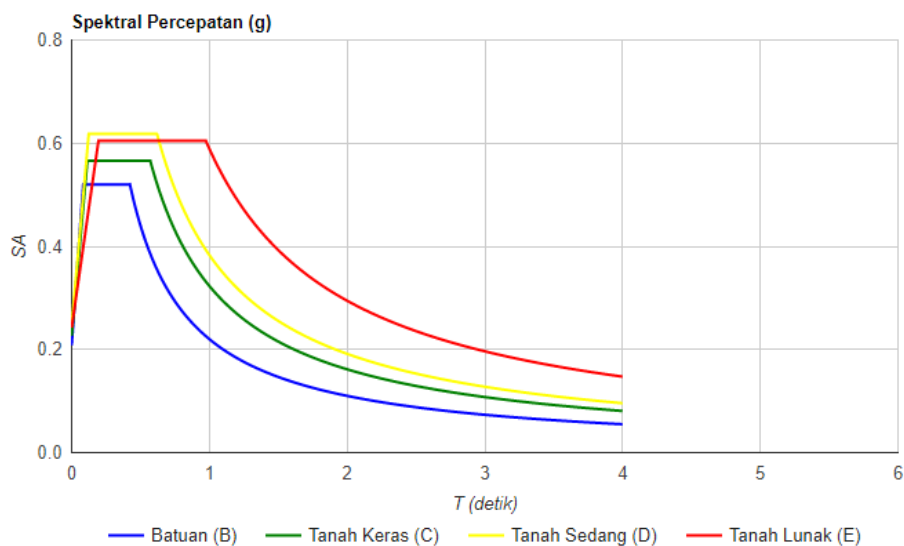
Data zona wilayah gempa sangat penting untuk menentukan besaran nilai percepatan spectrum  $S_s$  dan  $S_l$ . Besaran nilai percepatan spectrum tersebut digunakan untuk menghitung gaya geser akibat gempa yang diterima oleh bangunan gedung tersebut. Zona wilayah gempa dapat diakses melalui situs KemenPUPR ([puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011)) atau dapat dilihat pada SNI 1726-2012. Berikut ini merupakan zona wilayah gempa dari

proyek Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan yang diambil dari situs Desain Spektra Indonesia.



**Gambar 3.10** Aplikasi Desain Spektra Indonesia

Bersumber pada situs diatas, didapat grafik hubungan percepatan respon spektra terhadap periode Kota Malang berdasarkan klasifikasi tanah disajikan pada gambar 3.11.



**Gambar 3.11** Grafik hubungan percepatan respon spektra wilayah Kota Malang  
Sumber : <http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia 2011/result/>

Grafik diatas merupakan hasil dari hubungan antara beberapa parameter perhitungan beban gempa yang kemudian digolongkan berdasarkan jenis tanah. Data grafik tersebut digunakan sesuai dengan kondisi tanah pada lokasi proyek pembangunan. Hasil Analisa spektra pada situs tersebut berupa data parameter gempa serta percepatan spektra gempa yang disajikan pada Tabel 3.8 dan Tabel 3.9.

**Tabel 3.8** Parameter gempa berdasarkan jenis tanah wilayah Kota Malang

Variabel	Unit	Nilai Parameter Gempa (Berdasarkan klasifikasi tanah)			
		Batuan (B)	Tanah Keras (C)	Tanah Sedang (D)	Tanah Lunak (E)
PGA	g	0,398	0,398	0,398	0,398
S <sub>s</sub>	g	0,781	0,781	0,781	0,781
S <sub>1</sub>	g	0,330	0,330	0,330	0,330
C <sub>RS</sub>		1,003	1,003	1,003	1,003
C <sub>R1</sub>		0,921	0,921	0,921	0,921
F <sub>PGA</sub>		1,000	1,002	1,002	0,905
F <sub>A</sub>		1,000	1,088	1,188	1,163
F <sub>V</sub>		1,000	1,470	1,741	2,681
PSA	g	0,398	0,399	0,439	0,360
S <sub>MS</sub>	g	0,781	0,849	0,927	0,908
S <sub>M1</sub>	g	0,330	0,485	0,524	0,884
S <sub>DS</sub>	g	0,520	0,566	0,618	0,605
S <sub>D1</sub>	g	0,220	0,323	0,383	0,589
T <sub>0</sub>	detik	0,084	0,114	0,124	0,195
T <sub>S</sub>	detik	0,422	0,571	0,619	0,974

Sumber: <http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra indonesia 2011/result/>

**Tabel 3.9** Percepatan respon spektra wilayah Kota Malang

Perioda T	Percepatan Spektra (S <sub>a</sub> )			
	Batuan (B)	Tanah Keras (C)	Tanah Sedang (D)	Tanah Lunak (E)
0	0,208	0,226	0,247	0,242
T <sub>0</sub>	0,520	0,566	0,618	0,605
T <sub>S</sub>	0,520	0,566	0,618	0,605
T <sub>S</sub> +0	0,421	0,482	0,532	0,549
T <sub>S</sub> +0.1	0,353	0,419	0,467	0,502
T <sub>S</sub> +0.2	0,304	0,371	0,416	0,463
T <sub>S</sub> +0.3	0,267	0,333	0,375	0,429
T <sub>S</sub> +0.4	0,238	0,302	0,342	0,400
T <sub>S</sub> +0.5	0,215	0,276	0,314	0,375
T <sub>S</sub> +0.6	0,196	0,254	0,290	0,352
T <sub>S</sub> +0.7	0,180	0,236	0,270	0,332
T <sub>S</sub> +0.8	0,166	0,220	0,252	0,315

**Tabel 3.9** Lanjutan

T <sub>s</sub> +0.9	0,155	0,206	0,236	0,299
T <sub>s</sub> +1.0	0,144	0,193	0,223	0,284
T <sub>s</sub> +1.1	0,135	0,182	0,210	0,271
T <sub>s</sub> +1.2	0,128	0,173	0,199	0,259
T <sub>s</sub> +1.3	0,121	0,164	0,190	0,248
T <sub>s</sub> +1.4	0,114	0,156	0,181	0,238
T <sub>s</sub> +1.5	0,109	0,149	0,172	0,229
T <sub>s</sub> +1.6	0,104	0,142	0,165	0,220
T <sub>s</sub> +1.7	0,099	0,136	0,158	0,212
T <sub>s</sub> +1.8	0,095	0,131	0,152	0,205
T <sub>s</sub> +1.9	0,091	0,126	0,146	0,198
T <sub>s</sub> +2.0	0,087	0,121	0,141	0,192
T <sub>s</sub> +2.1	0,084	0,117	0,136	0,186
T <sub>s</sub> +2.2	0,081	0,113	0,131	0,180
T <sub>s</sub> +2.3	0,078	0,109	0,127	0,175
T <sub>s</sub> +2.4	0,075	0,105	0,123	0,170
T <sub>s</sub> +2.5	0,073	0,102	0,119	0,165
T <sub>s</sub> +2.6	0,070	0,099	0,115	0,160
T <sub>s</sub> +2.7	0,068	0,096	0,112	0,156
T <sub>s</sub> +2.8	0,066	0,093	0,109	0,152
T <sub>s</sub> +2.9	0,064	0,091	0,106	0,148
T <sub>s</sub> +3.0	0,062	0,088	0,103	-
T <sub>s</sub> +3.1	0,061	0,086	0,100	-
T <sub>s</sub> +3.2	0,059	0,083	0,098	-
T <sub>s</sub> +3.3	0,058	0,081	-	-
T <sub>s</sub> +3.4	0,056	-	-	-
4	0,055	0,081	0,096	0,147

Sumber: [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/result/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/result/)

### 3.2.2 Analisa dan Perhitungan Pembebanan Struktur

Analisa pembebanan pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang ini merujuk pada peraturan SNI 1727:2013 tentang Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain dan SNI 1726:2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Mengenai analisa dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Perhitungan analisa pembebanan struktur atas bangunan menggunakan aplikasi STAADPRO
- Metode perhitungan beban lateral (gempa) yang digunakan adalah metode respon spektra sesuai dengan keadaan daerah Kota Malang
- Perencanaan pondasi rakit berdasarkan pada beban yang diterima dari struktur atas dan keadaan tanah di lokasi proyek.

### **3.2.3 Analisa Perencanaan Pondasi Rakit**

Untuk prosedur perencanaan pondasi rakit mencakup perhitungan dimensi pondasi baik itu ketebalan pondasi maupun jenis pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah pada proyek, serta desain penulangan pondasi rakit. Analisa perencanaan penulangan pondasi rakit ini merujuk pada peraturan SNI 2847:2013 tentang Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung.

### **3.2.4 Kontrol Kuat Geser Pondasi Rakit**

Kontrol kuat geser merupakan kontrol hasil perhitungan kuat geser dua arah yang nantinya digunakan untuk menentukan tebal efektif pondasi rakit dengan mengacu pada peraturan SNI 2847:2013 tentang Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung. Kontrol kuat geser ini mencakup kontrol kuat geser 1 arah dan kuat geser 2 arah.

### **3.2.5 Kontrol Stabilitas Pondasi Rakit**

Analisa Kontrol stabilitas pada gedung kuliah Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang digunakan untuk mencegah terjadinya keruntuhan pada gedung. Analisa kontrol stabilitas yang dihitung pada gedung ini meliputi kontrol terhadap momen guling, gaya geser serta gaya angkat (*uplift*). Prosedur perhitungan kontrol stabilitas pondasi rakit tersebut dikontrol secara manual menggunakan peraturan yang telah ditetapkan dan menggunakan metode yang sesuai.

### **3.2.6 Kontrol Daya Dukung**

Prosedur dalam menganalisa kontrol daya dukung pondasi rakit dilakukan dengan cara manual menggunakan metode perhitungan yang sesuai dan peraturan yang telah ditetapkan. Daya dukung pondasi rakit tersebut dihitung dengan menggunakan beberapa metode analisa yang kemudian dibandingkan dan hasil perhitungannya diambil nilai kapasitas dukung terkecil.

### **3.2.7 Kontrol Penurunan Pondasi Rakit**

Kontrol penurunan pondasi rakit ini menggunakan metode yang sesuai dan dikontrol secara manual. Hal ini dimaksudkan agar menghindari terjadinya

penurunan pada bangunan yang berlebihan, sehingga penurunan ijin yang dialami pondasi rakit harus kurang atau sama dengan penurunan ijin yang disyaratkan.

### **3.2.8 Perhitungan Penulangan Pondasi Rakit**

Perhitungan penulangan pondasi rakit mencakup perhitungan dan penentuan dimensi tulangan pondasi serta jarak antar tulangan. Perhitungan tersebut merujuk pada SNI 2847:2013 tentang Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.

### **3.2.9 Gambar Desain Pondasi Rakit dan Penulangan**

Gambar akhir dari tugas akhir ini dibuat sesuai dengan hasil analisa beton serta penulangan yang kemudian diterapkan dalam gambar proyek Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang. Gambar perencanaan yang dibuat mencakup gambar denah pondasi rakit, penulangan pondasi rakit dan gambar lainnya.

### **3.2.10 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran akan dijelaskan pada Bab V tugas akhir ini.

